

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาประเมินความสามารถในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันและคาดการณ์คุณภาพน้ำของลำตะคองในค่า DO และ BOD โดยใช้แบบจำลอง QUAL2K ได้ทำการศึกษารวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับน้ำเข้าแบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลอุทกศาสตร์ ข้อมูลคุณภาพน้ำ การประเมินภาระมลพิษทั้งจากแหล่งกำเนิดที่แน่นอนและไม่แน่นอน ทำการศึกษาในแต่ละช่วง ลำน้ำซึ่งได้แบ่งลำตะคองออกเป็น 4 ช่วงลำน้ำ และนำข้อมูลเข้าแบบจำลอง QUAL2K เพื่อจำลองคุณภาพน้ำและคาดการณ์คุณภาพน้ำผลการศึกษามีดังนี้

1. ช่วงลำน้ำในการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำท่า แหล่งกำเนิดมลพิษ จุดตรวจวัดทางอุทกวิทยา และจุดตรวจวัดคุณภาพน้ำ ได้แบ่งช่วงการศึกษาของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมาตั้งแต่ท้ายอ่างเก็บน้ำลำตะคอง ตำบลลาดบัวขาว อำเภอสีคิ้ว ถึงสะพานกันผม ตำบลพระพุทธร อำเภอเฉลิมพระเกียรติ ซึ่งมีอัตราการไหลเท่ากับ 30.00 ลูกบาศก์เมตร/วินาที โดยไหลผ่านแหล่งชุมชนที่ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและกิจกรรมต่างรวมระยะทางทำการการศึกษา 123.1 กิโลเมตร โดยได้ทำการแบ่งช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 สะพานบึงลำไย ต.สีคิ้ว อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา

รหัส LTK05 พิกัด X 795468 Y 1646616

ช่วงที่ 2 สะพานขามทะเลสอ ต.ขามทะเลสอ จ.นครราชสีมา

รหัส LTK04 พิกัด X 817822 Y 1653335

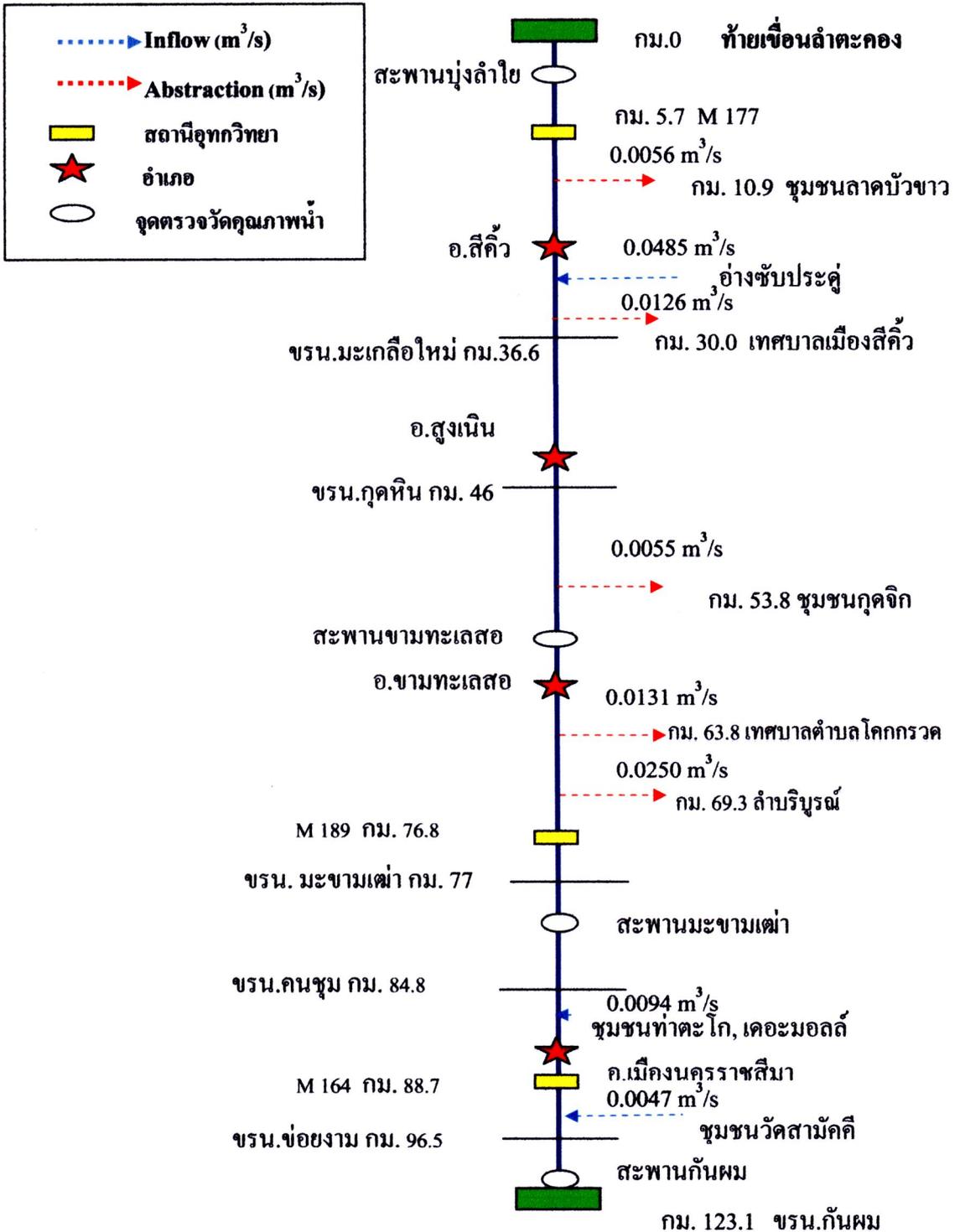
ช่วงที่ 3 สะพานมะขามแต้ ต.บ้านใหม่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา

รหัส LTK03 พิกัด X 178414 Y 1656710

ช่วงที่ 4 สะพานเขื่อนกันผม ต.พระพุทธร อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.นครราชสีมา

รหัส LTK01 พิกัด X 202929 Y 1661436

(สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 นครราชสีมา, 2551)



ภาพที่ 7 การแบ่งช่วงลำน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่ท้ายเขื่อนลำตะคอง จนถึงเขื่อนระบายน้ำกันผม

หมายเหตุ: ขรณ. คือ เขื่อนระบายน้ำ



2. การประเมินด้านชลศาสตร์ของแม่น้ำลำตะคอง

2.1 การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ

การศึกษาข้อมูลอัตราการไหลและระดับน้ำในแต่ละสถานีวัดน้ำโดยใช้ข้อมูลของอุทกวิทยานครราชสีมา ในปี 2549–2551 นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ โดยใช้วิธีการหาความสัมพันธ์ดังแสดงในภาคผนวก ค จนได้สมการแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลกับระดับน้ำ และค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละสถานี ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำในแต่ละสถานี

ข้อมูล	สถานี		
	M177	M189	M164
สมการ (m)	$H = 0.3378Q^{0.3130}$	$H = 0.4290Q^{0.2680}$	$H = 0.1822Q^{0.3761}$
ค่าสหสัมพันธ์ (r^2)	0.9650	0.9872	0.7288
Coefficient	0.3378	0.4290	0.1822
Exponent	0.3130	0.2680	0.3761

สถานี M177 บริเวณ ต.โนนสง่า อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา

สถานี M189 บริเวณ ต.โคกกรวด อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา

สถานี M164 บริเวณ โรงเรียนอัสสัมชัญ อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา

2.2 การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างอัตราการไหลและอัตราเร็ว

การศึกษาข้อมูลอัตราการไหลและพื้นที่หน้าตัดลำน้ำในแต่ละสถานีโดยใช้ข้อมูลของอุทกวิทยานครราชสีมา ในปี 2549–2551 มาหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับอัตราเร็ว โดยใช้วิธีการหาความสัมพันธ์ดังแสดงในภาคผนวก ค ได้สมการแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลกับอัตราเร็วของลำน้ำ และค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละสถานี ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างอัตราการไหลกับอัตราเร็วในแต่ละสถานี

ข้อมูล	สถานี		
	M177	M189	M164
สมการ (m/s)	$U = 0.3310Q^{0.628}$	$U = 0.3173Q^{0.7022}$	$U = 0.3256Q^{0.6220}$
ค่าสหสัมพันธ์ (r^2)	0.8140	0.8214	0.9934
Coefficient	0.3310	0.3173	0.3256
Exponent	0.6280	0.7022	0.6220

สถานี M177 บริเวณ ต. โนนสง่า อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา

สถานี M189 บริเวณ ต. โลกกรวด อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา

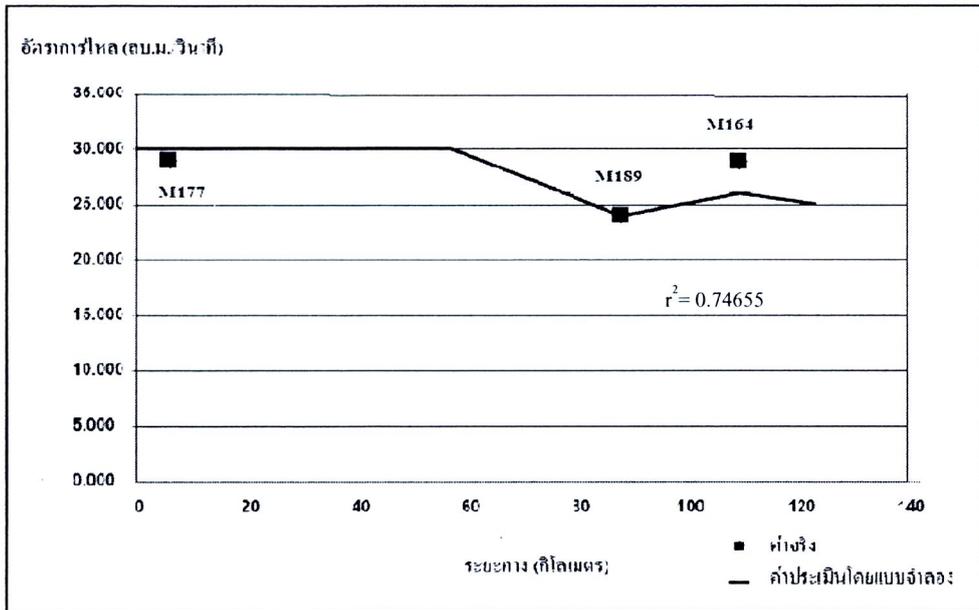
สถานี M164 บริเวณ โรงเรียนอัสสัมชัญ อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา

2.3 การประยุกต์ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ QUAL2K

ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากหัวข้อ 2.1 และ 2.2 ถูกนำเข้าไปใช้ในแบบจำลองเพื่อหาอัตราการไหลและระดับน้ำของลำน้ำลำตะคองในแต่ละช่วงการศึกษาเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราการไหล ระดับน้ำ และอัตราเร็วที่ได้จากศูนย์อุทกวิทยานครราชสีมา ผลการศึกษาดังนี้

2.3.1 อัตราการไหลของลำตะคอง

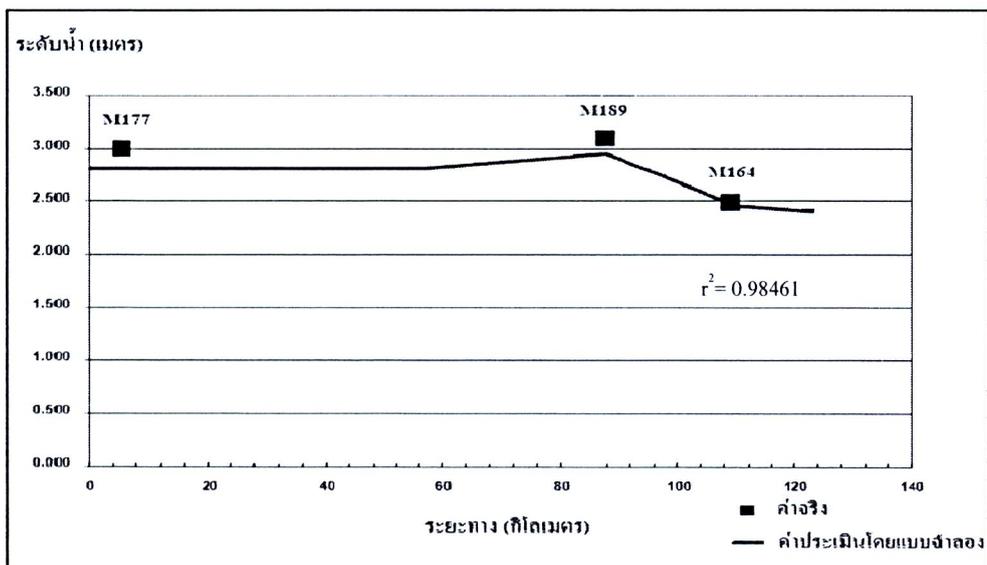
อัตราการไหลของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมาในช่วงที่ทำการศึกษาคำนวณโดยแบบจำลองมีค่าอยู่ระหว่าง 24.97–30.00 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากศูนย์อุทกวิทยานครราชสีมา มีค่า $r^2 = 0.74655$ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 อัตราการไหลของลำตะคองในจังหวัดนครราชสีมา

2.3.2 ระดับน้ำของลำตะคอง

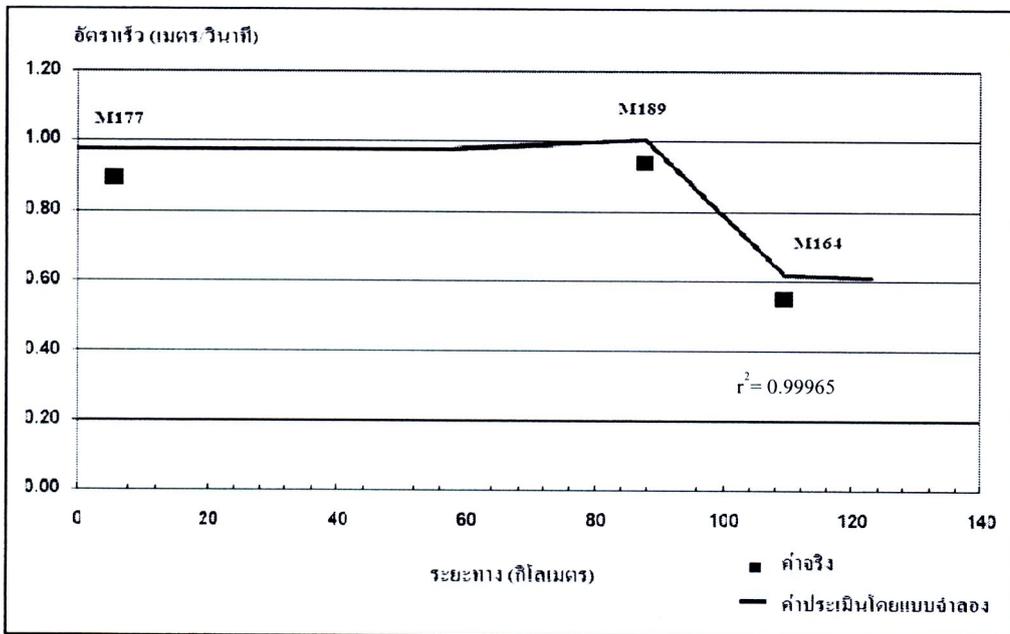
ระดับน้ำของลำตะคองในจังหวัดนครราชสีมา ในช่วงที่ทำการศึกษาคำนวณ โดยแบบจำลองมีค่าอยู่ระหว่าง 2.50-3.16 เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากศูนย์อุทกวิทยานครราชสีมา พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน มีค่า $r^2 = 0.98461$ ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ระดับน้ำของลำตะคองในจังหวัดนครราชสีมา

2.3.3 อัตราเร็วของน้ำลำตะคอง

อัตราเร็วของน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา ในช่วงที่ทำการศึกษาคำนวณ โดยแบบจำลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.58–0.99 เมตร/วินาที เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากศูนย์อุทกวิทยานครราชสีมา พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน มีค่า $r^2 = 0.99965$ ดังภาพที่ 10



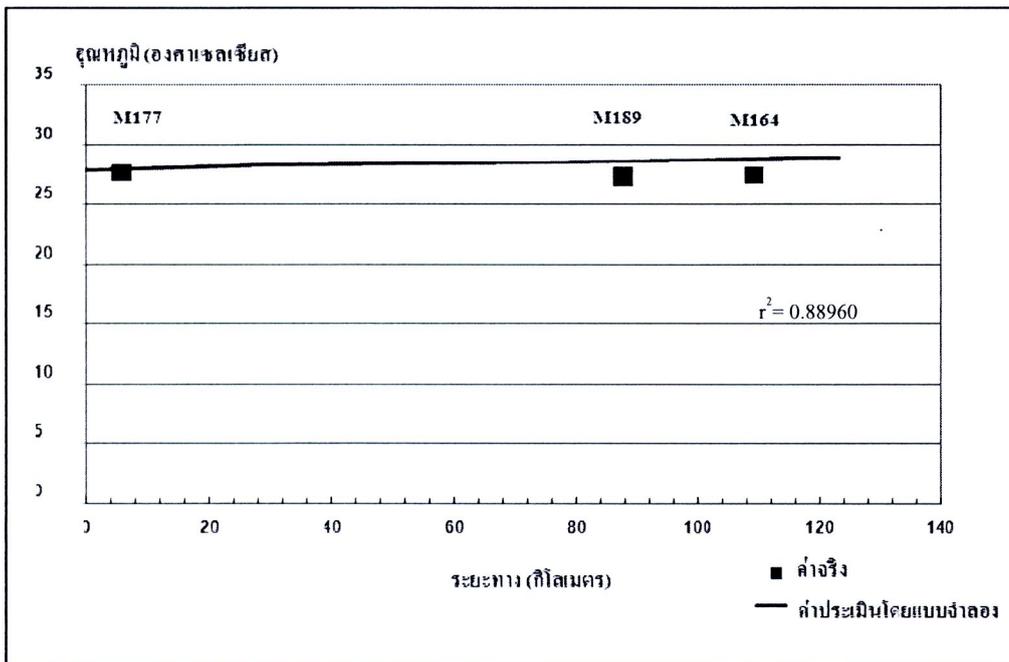
ภาพที่ 10 อัตราเร็วของลำตะคองในจังหวัดนครราชสีมา

3. การประเมินคุณภาพน้ำของลำตะคอง

การประเมินคุณภาพน้ำในลำตะคองได้ทำการประเมิน โดยใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 นครราชสีมา และจากการวิเคราะห์ตามวิธีใน ภาคผนวก จ ไปทำการประเมินคุณภาพแม่น้ำลำตะคองในแบบจำลองคณิตศาสตร์ QUAL2K ที่ผ่านการปรับเทียบด้านอุทกวิทยาแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศของการถ่ายเทออกซิเจนในแหล่งน้ำในแบบจำลอง QUAL2K ที่ทำการศึกษา ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศในน้ำ (Oxidation rate) ใช้ค่าเท่ากับ 0.3 ซึ่งได้จากการปรับและอ้างอิงจากค่าสัมประสิทธิ์การเติมออกซิเจนในแหล่งน้ำประเภทลำธารที่มีความเร็วปานกลางมีค่าสัมประสิทธิ์อยู่ในช่วง 0.20–0.30 ของกรมควบคุมมลพิษ (2545) ซึ่งช่วงฤดูที่ทำการประเมินอยู่ในช่วงฤดูแล้งจากการคำนวณคุณภาพน้ำของแม่น้ำลำตะคองโดยแบบจำลองในแต่ละพารามิเตอร์ได้ผลดังนี้

3.1 อุณหภูมิ (Temperature)

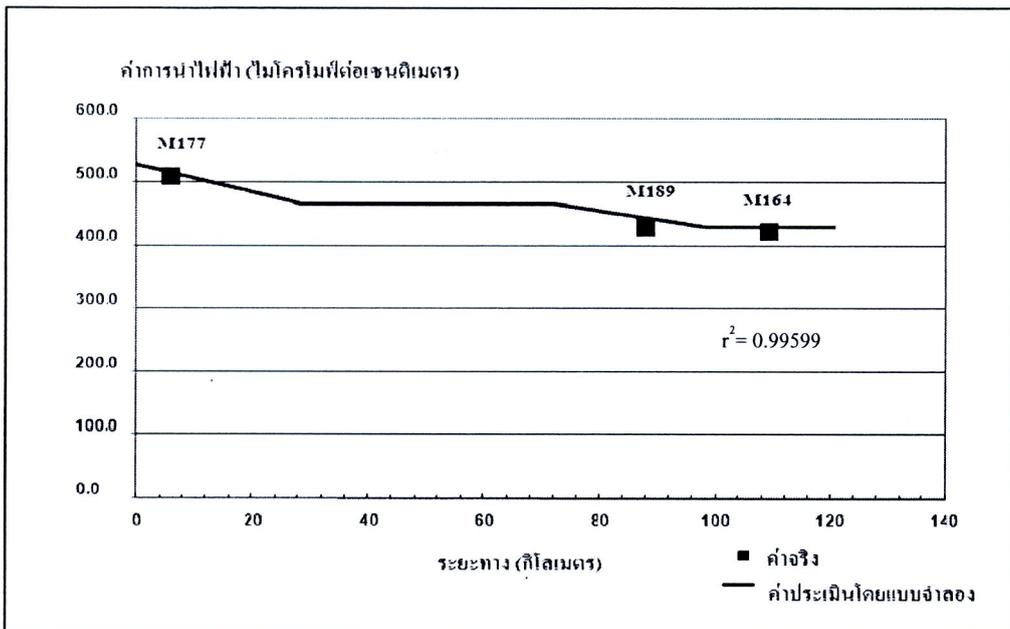
อุณหภูมิของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา ในช่วงฤดูแล้งจากการคำนวณโดยแบบจำลองมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27.48–29.32 องศาเซลเซียส โดยเปรียบเทียบกับค่าจริงจากสถานีของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 นครราชสีมา จากกราฟแสดงให้เห็นว่าจากการคำนวณโดยแบบจำลองกับค่าจริงมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่า $r^2 = 0.88960$ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 อุณหภูมิของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา เปรียบเทียบกับการตรวจวัดจริง

3.2 ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

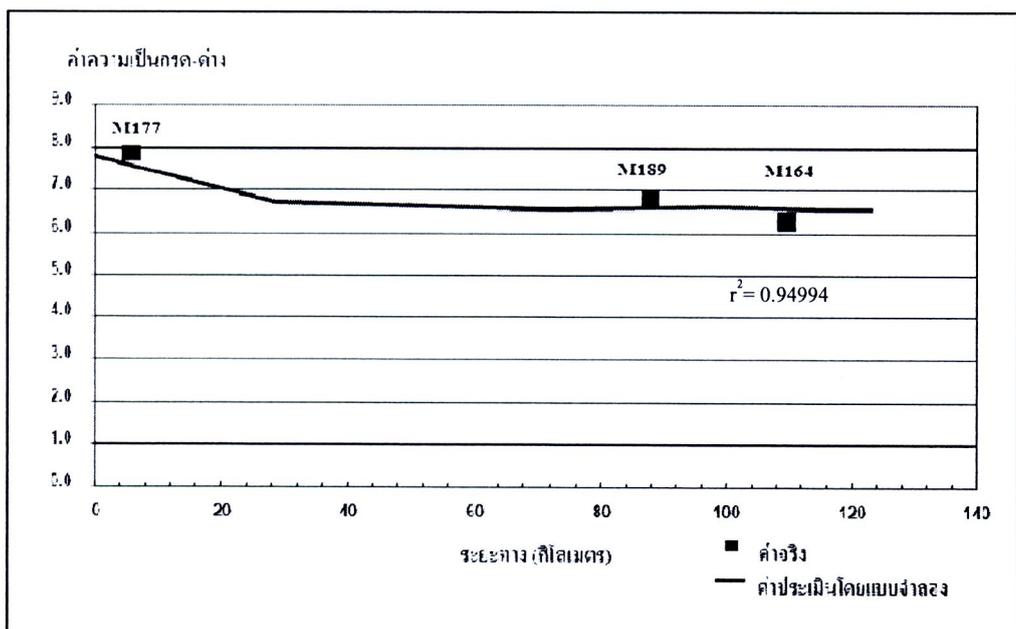
ค่าการนำไฟฟ้าของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา ในช่วงฤดูแล้งค่าการนำไฟฟ้าจากการคำนวณโดยแบบจำลอง มีค่าอยู่ในช่วง 430.20–510.50 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร โดยเปรียบเทียบกับค่าจริง จากกราฟแสดงให้เห็นว่าจากการคำนวณโดยแบบจำลองกับค่าจริงมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่า $r^2 = 0.99559$ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ค่าการนำไฟฟ้าของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา เปรียบเทียบกับการตรวจวัดจริง

3.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

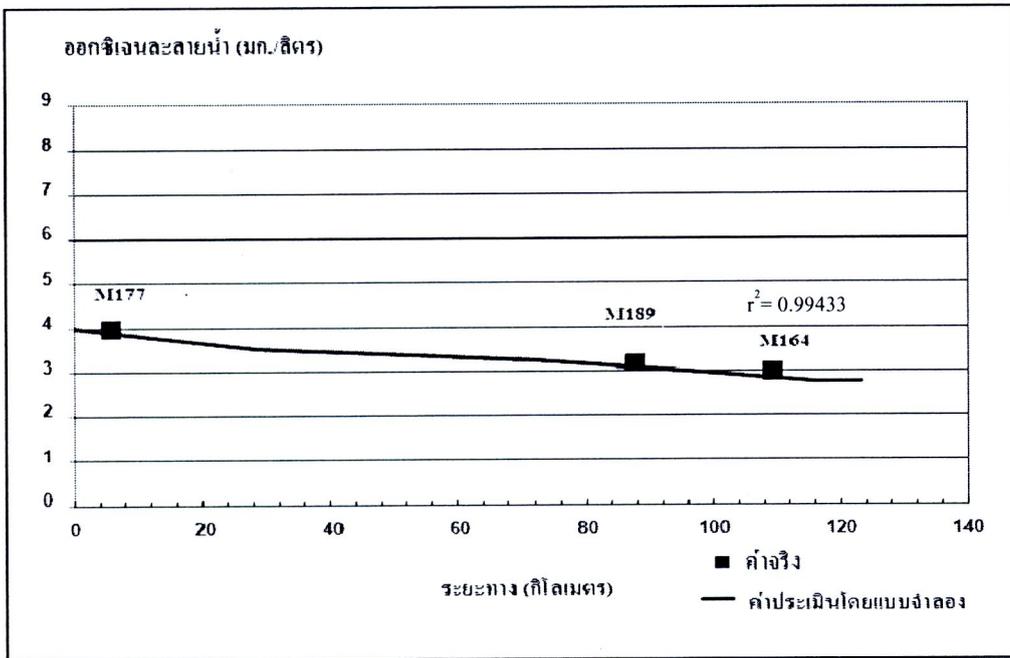
ค่าความเป็นกรด-ด่างของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมาในช่วงฤดูแล้งจากการคำนวณโดยแบบจำลอง มีค่าอยู่ในช่วง 6.43–7.70 โดยปรับเทียบกับค่าจริง มีค่า $r^2 = 0.94994$ ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ค่าความเป็นกรด-ด่างของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา เปรียบเทียบกับการตรวจวัดจริง

3.4 ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen ; DO)

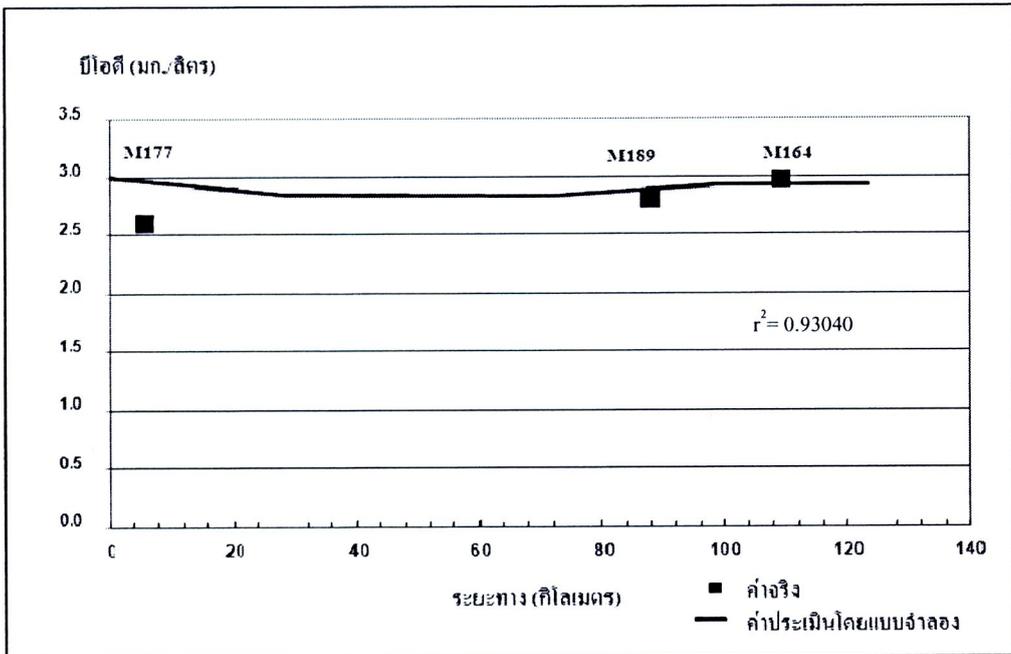
ออกซิเจนละลายน้ำของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมาในช่วงฤดูแล้งจากการคำนวณ โดยแบบจำลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 3.00–4.00 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปรับเทียบกับค่าจริง ค่าจากการคำนวณกับค่าจากการวัดจริงค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน มีค่า $r^2 = 0.99433$ ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ออกซิเจนละลายน้ำของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา เปรียบเทียบกับการตรวจวัดจริง

3.5 ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical oxygen demand ; BOD)

ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี จากการคำนวณ โดยแบบจำลองมีค่าอยู่ในระหว่าง 2.57–2.92 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปรับเทียบกับค่าจริง ค่าจากการคำนวณกับค่าจากการวัดจริงค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน มีค่า $r^2 = 0.93040$ ดังภาพที่ 15

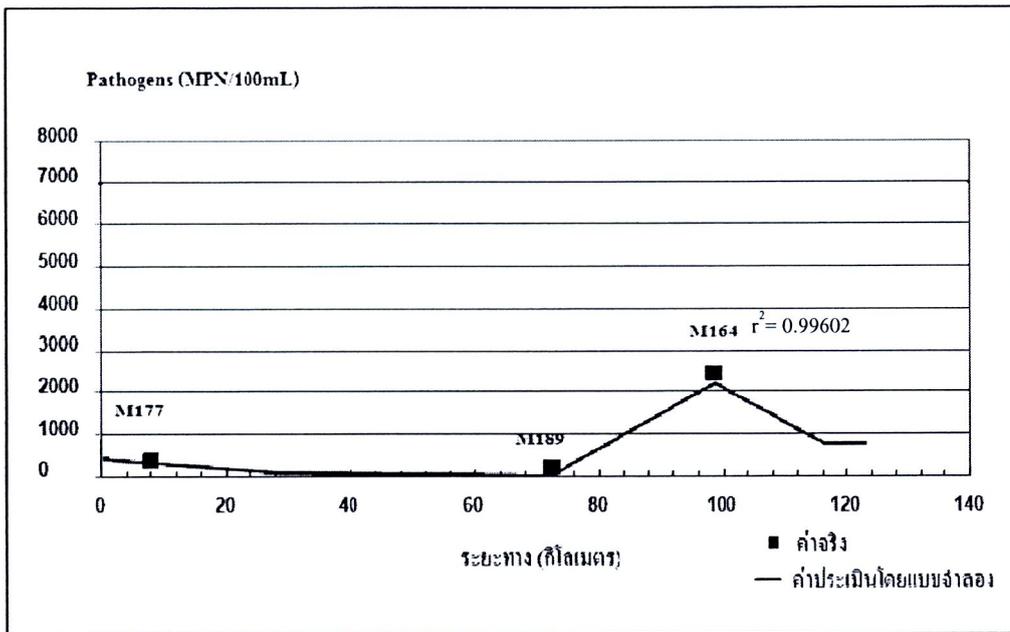


ภาพที่ 15 ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา
เปรียบเทียบกับการตรวจวัดจริง

3.6 Pathogen

Pathogen เป็นสิ่งที่มีชีวิตที่มีขนาดเล็ก (จุลินทรีย์) ที่ไปอาศัยอยู่บนหรือในสิ่งที่มีชีวิตอื่น ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นเกิดโรค ซึ่งได้แก่ Fecal coliform bacteria เมื่อทำการเปรียบเทียบจากการคำนวณโดยแบบจำลอง พบว่า Pathogen ของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา มีค่าอยู่ระหว่าง 450.87 – 2,503.85 MPN/100 ml. มีค่า $r^2 = 0.99602$ เนื่องจากจุดตรวจคุณภาพน้ำที่ 3 (อ. เมืองนครราชสีมา จ. นครราชสีมา) ซึ่งเป็นจุดที่มีชุมชนที่อาศัยอยู่บริเวณติดลำตะคอง อาจส่งผลให้ค่าที่วัดสูงกว่าบริเวณอื่น ดังภาพที่ 16





ภาพที่ 16 ค่า Pathogen ของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมาเปรียบเทียบกับ การตรวจวัดจริง

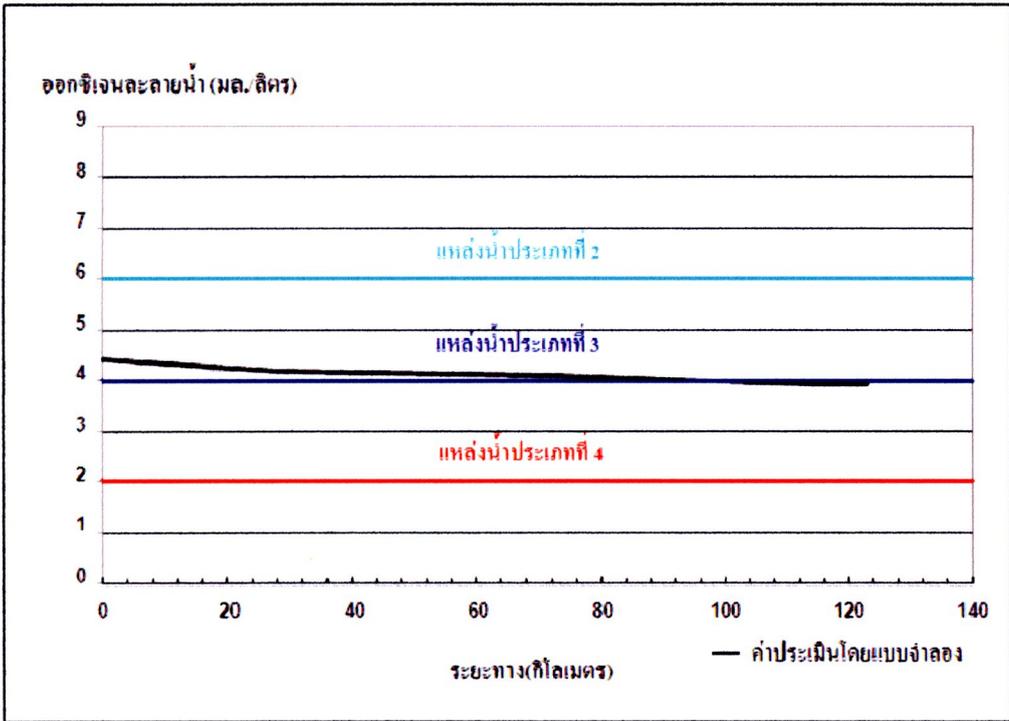
4. การคาดการณ์คุณภาพน้ำในอนาคต

การคาดการณ์คุณภาพน้ำโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งเป็นค่าเดียวกับค่าที่ผ่านการปรับเทียบมาแล้ว โดยจำลองเหตุการณ์ของลำตะคองในช่วงวิกฤตที่มีระดับน้ำและอัตราการไหลต่ำสุดและได้รับมลสารซึ่งอยู่ในรูปของบีโอดี ดำเนินการทำนายค่าออกซิเจนละลายน้ำ และความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา โดยการจำลองสถานการณ์ ดังนี้

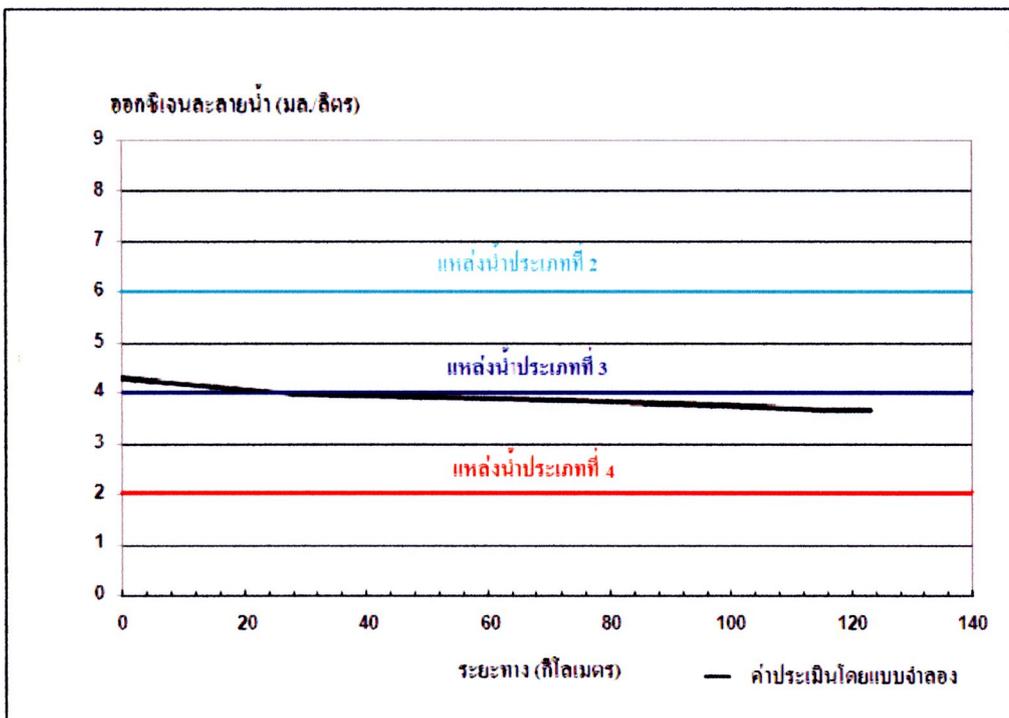
การคาดการณ์คุณภาพน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ.2556 และ ปี พ.ศ.2561 ในช่วงวิกฤต โดยกำหนดให้ดินน้ำมีอัตราการไหล 10.00 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ระดับน้ำ 2.6 เมตร ซึ่งเป็นอัตราการไหลและระดับน้ำเฉลี่ยต่ำสุดในช่วง 7 วัน โดยใช้ค่าอัตราการไหลที่ต่ำสุดในรอบสถิติ 10 ปี ได้ผลการคาดการณ์คุณภาพน้ำดังนี้

4.1 การคาดการณ์ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ

การคาดการณ์ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ โดยการคำนวณจากแบบจำลอง พบว่า ปี พ.ศ. 2556 ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 3.94–4.43 มิลลิกรัมต่อลิตร มี และ พ.ศ. 2561 ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 3.68–4.31 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอัตราการเกิดน้ำเสียก็เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในปี พ.ศ.2561 น้อยกว่าปี พ.ศ. 2556 ดังแสดงในภาพที่ 17–18



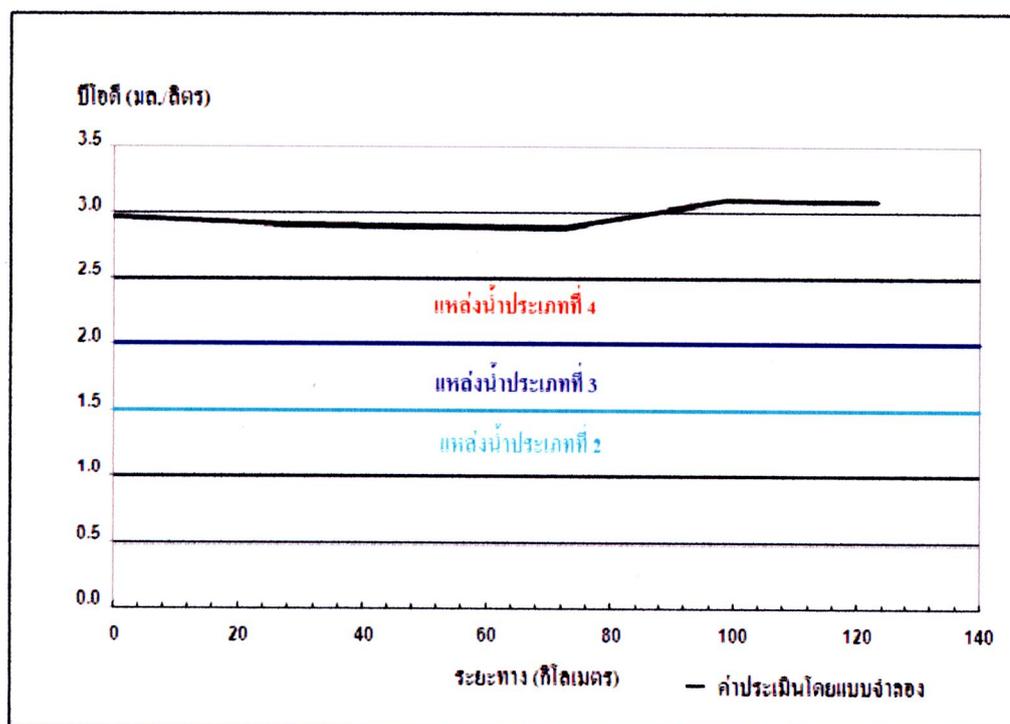
ภาพที่ 17 ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ ของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา



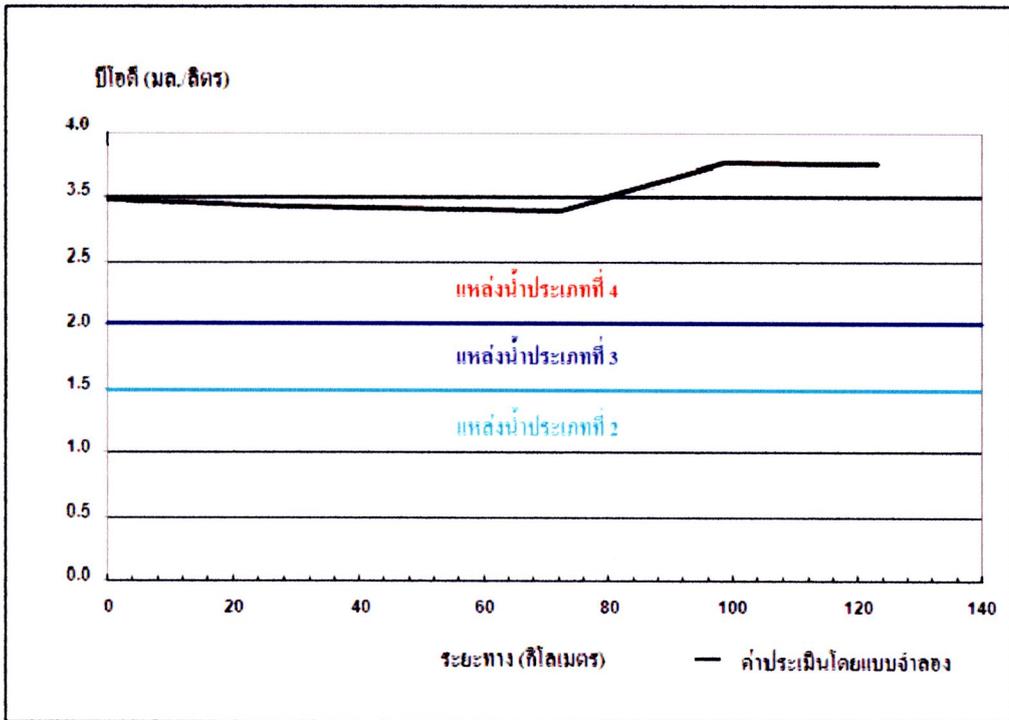
ภาพที่ 18 ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ ของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2561

4.2 การคาดการณ์ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

การคาดการณ์ความเข้มข้นของออกซิเจนทางชีวเคมี โดยการคำนวณจากแบบจำลอง พบว่า ปี พ.ศ. 2556 ความเข้มข้นของออกซิเจนทางชีวเคมี มีค่าอยู่ระหว่าง 2.77 - 3.29 มิลลิกรัมต่อลิตร และ พ.ศ. 2561 ความเข้มข้นของออกซิเจนทางชีวเคมี มีค่าอยู่ระหว่าง 2.54 - 3.75 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอัตราการเกิดน้ำเสียก็เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในปี พ.ศ. 2561 มากกว่า ปี พ.ศ. 2556 ดังแสดงในภาพที่ 19-20



ภาพที่ 19 ความเข้มข้นของออกซิเจนทางชีวเคมี ของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2556



ภาพที่ 20 ความเข้มข้นของออกซิเจนทางชีวเคมี ของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2561

4.4 การประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษ

การประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษของลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมาในแต่ละช่วง โดยแบ่งแม่น้ำออกเป็น 4 ช่วง โดยกำหนดให้อยู่ในช่วงวิกฤต โดยให้ต้นน้ำมีอัตราการไหลต่ำที่สุด คือ 10.00 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ระดับน้ำ 2.6 เมตร และกำหนดคุณภาพน้ำลำตะคองมีคุณภาพไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งมีค่าความเข้มข้นของออกซิเจนทางชีวเคมีไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วหาค่าความสามารถในการรองรับมลสารของน้ำในรูปของปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนทางชีวเคมีของลำตะคองในช่วงปี พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2561

ผลการประเมินความสามารถในการรองรับมลสารในรูปของความเข้มข้นของออกซิเจนทางชีวเคมีลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา โดยการคาดการณ์จากจำนวนประชากร (ภาคผนวก ฉ) และคุณภาพของน้ำในรูปของออกซิเจนทางชีวเคมีจากแบบจำลอง พบว่ายังมีประชากรเพิ่มขึ้นความสามารถในการรองรับมลพิษของลำตะคองจะลดลง ผลแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ความสามารถในการรองรับมลสารในรูปความเข้มข้นของออกซิเจนทางชีวเคมี

ช่วงที่ศึกษา	ระยะห่าง แต่ละช่วง (กิโลเมตร)	ความสกปรกในรูปบีโอดี (กิโลกรัม/วัน)	
		พ.ศ.2556	พ.ศ.2561
ช่วงที่ 1 สะพานบ้านนุ่งลำไย	0-57.00	1,274.35	1,272.49
ช่วงที่ 2 สะพานขามทะเลสอ	57.00-87.80	287.11	288.56
ช่วงที่ 3 เขื่อนมะขามแต้	87.80-109.40	769.06	800.04
ช่วงที่ 4 บริเวณเขื่อนกันผสม	109.4-123.1	4,464.53	4,577.26
รวม		6,795.06	6,938.37